

Woher kommt unser Strom, wenn die bestehenden Kernkraftwerke abgestellt werden?

In den vergangenen zwei Jahren haben verschiedene Organisationen ihre Prognosen für den Strombedarf in der Schweiz veröffentlicht. Die Prognosen werden selbstverständlich mit den Erzeugungsmöglichkeiten verglichen. Obwohl eine erhebliche und optimistische Steigerung von Strom aus erneuerbaren Energien eingerechnet wird, zeichnet sich in der Schweiz nach der altersbedingten Abschaltung der Kernkraftwerke eine Stromversorgungslücke ab.

40 Prozent des in der Schweiz produzierten Stroms stammen heute aus den fünf Kernkraftwerken. Die Kernkraftwerke Beznau I und II sowie Mühleberg erreichen voraussichtlich alle etwa um 2020 das Ende ihrer Lebensdauer. Zusammen produzieren diese drei Kraftwerke pro Jahr rund 8700 GWh Elektrizität (1085 MW Bandleistung), was ungefähr 34 Prozent der schweizerischen Produktion aus Kernkraftwerken entspricht. Zwischen 2035 und 2050 erreichen auch die Kernkraftwerke Leibstadt und Gösgen ihr Lebensende. Dabei fallen nochmals 17 000 GWh an inländischer Produktion (2135 MW Bandleistung) weg. Durch diese Ausgangslage drängt sich eine Bilanzierung von Strombedarf und Stromerzeugungskapazitäten für 2035 und 2050 auf.

Verschiedene Perspektiven im Vergleich

«Vision Energie 2050»

Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) hat 2004 die Vision Energie 2050 aktualisiert (siehe ZUP Nr. 43, Dezember 2005). Das Hauptziel der Vision

besteht darin, den CO₂-Ausstoss in der Schweiz auf einen klimaverträglichen Wert zu senken, nämlich auf eine Tonne CO₂ pro Einwohner und Jahr. Das entspricht einem Sechstel des heutigen Werts. Dabei sind nicht nur die Möglichkeiten zur Senkung des Strombedarfs, sondern des gesamten Schweizer Energiebedarfs durch effiziente Anwendungen berücksichtigt. Die nutzbaren Potenziale der erneuerbaren Energien wurden ebenfalls eingerechnet. Die Mengenentwicklung wichtiger Einflussgrößen wie Bevölkerung oder Wirtschaftsgang wurde auf Perspektivarbeiten des Bundes abgestützt. Vier Szenarien sind definiert und nach einem Bottom-Up-System detailliert berechnet worden. Sie zeigen die mögliche Spannweite der künftigen Entwicklung auf. Das Szenario «Referenz» der Vision 2050 weist einen steigenden, «Referenz minus» einen etwa gleich bleibenden Elektrizitätsbedarf aus. Bei den beiden Zielszenarien geht der Elektrizitätsbedarf nur geringfügig zurück, weil die beträchtlichen Effizienzgewinne grösstenteils vom erwarteten Zuwachs der Elektrizitätsanwendungen und vom Ersatz der fossilen Energieträger durch elektrische Wärmepumpen kompensiert werden.

Axpo und Elektrizitätsunternehmen

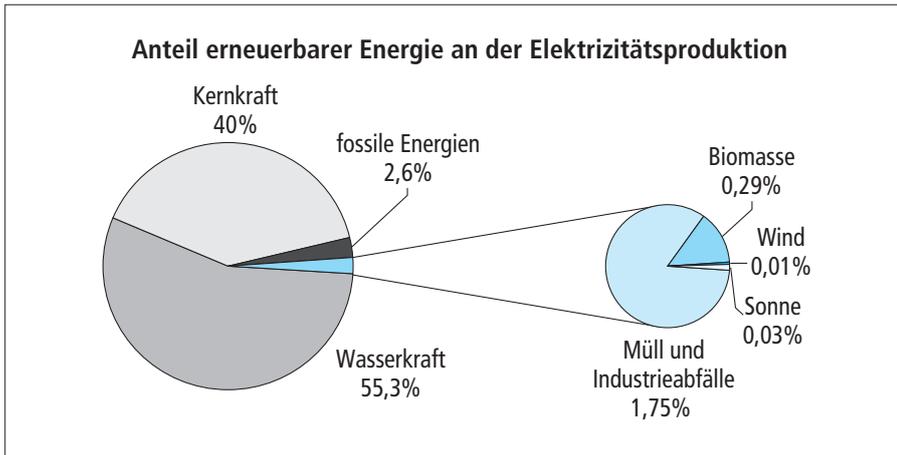
Nach der Aktualisierung der Vision 2050 haben die Axpo und der Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) ihre Bedarfsprognosen veröffentlicht. Einem Top-Down-Ansatz folgend basieren die Berechnungen der Axpo hauptsächlich auf der Erfahrung, dass der Strombedarf proportional zum Bruttoinlandprodukt wächst. Dies war jedenfalls in den letzten dreissig Jahren der Fall. Das Szenario «Axpo tief» beruht auf einer jährlichen Zuwachsrate

François Kenel
Abteilung Energie
AWEL Amt für Abfall, Wasser,
Energie und Luft
Telefon 043 259 42 77
francois.kenel@bd.zh.ch
www.energie.zh.ch

Energie



Die Kraftwerke Beznau I und II der NOK wurden bereits 1969 und 1971 gebaut. Die Zeit, in der sie noch Energie produzieren können, ist damit absehbar. Quelle: NOK



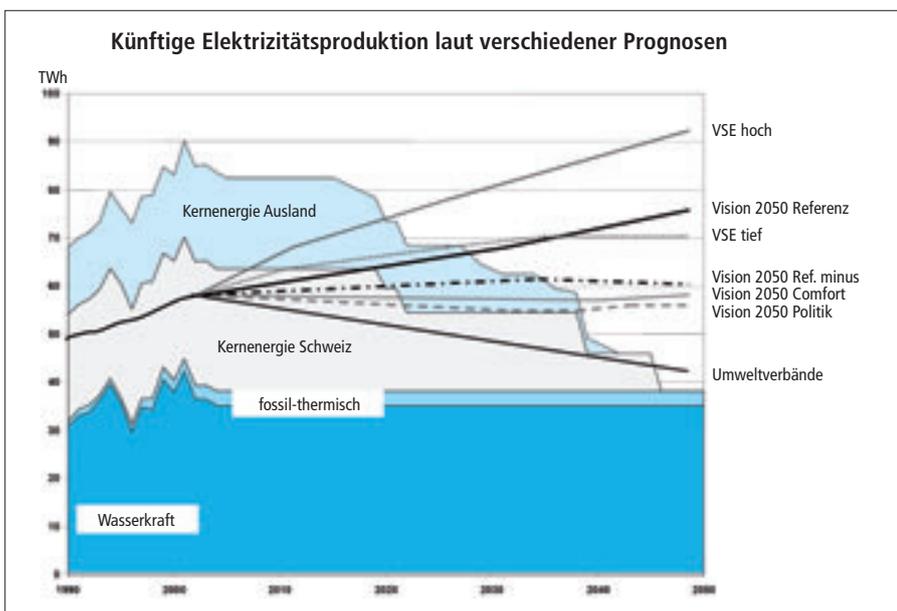
Die Elektrizitätsproduktion der Schweiz betrug 2004 63 500 GWh. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Elektrizitätsproduktion der Schweiz beträgt dank der Wasserkraft 55 Prozent (Stand 2004). Die «neuen» erneuerbaren Energien machen etwa zwei Prozent aus; davon stammen gut drei Viertel aus Müll und Industrieabfällen, die Stromproduktion aus Wind und Sonne ist noch verschwindend klein.

Quelle: AWEL

von maximal einem Prozent, das Szenario «Axpo hoch» auf einer von maximal zwei Prozent. Auch die VSE-Szenarien errechnen sich vorwiegend gemäss Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung. Durch die Szenarien «VSE tief» und «VSE hoch» wird ein Fächer gebildet, der einen etwas geringeren Bedarf erwarten lässt als die Axpo-Prognosen. Gegen Ende 2006 dürfte auch das Bundesamt für Energie (BFE) seine definitiven Strombedarfsprognosen präsentieren (Zwischenstand siehe www.bfe.admin.ch → Energieperspektiven).

Umweltverbände

AWEL, Axpo, VSE und auch BFE bestimmen den mutmasslichen, künftigen Strombedarf losgelöst vom Stromangebot. Erst danach vergleichen sie den Bedarf mit den vorhandenen Erzeugungskapazitäten. Einen ganz anderen Ansatz haben die Umweltverbände verfolgt. Sie erarbeiteten 2006 die Best-Geräte-Strategie mit dem Ziel, den Elektrizitätsbedarf bei gleich bleibendem Lebensstandard so weit zu senken, dass die Elektrizitätsproduktion langfristig mit erneuerbaren Energien gedeckt werden



Verschiedene Prognosen (siehe Haupttext) sehen die schweizerische Elektrizitätsproduktion ohne Neuanlagen und ohne Verlängerung der ausländischen Bezugsrechte sehr unterschiedlich.

Quelle: AWEL

kann. Dabei gehen die Umweltverbände von einer erheblichen Erhöhung der Energieeffizienz aus. Anders als die anderen Organisationen berücksichtigen sie jedoch keinen Mengenzuwachs wie beispielsweise bei den Büro- und Kommunikationsgeräten, Haushaltsgeräten etc. (Grafik Seite 14).

Grosse Hoffnungen auf die tiefe Geothermie

Ergänzend zur Vision 2050 hat das AWEL das ökologisch-technische Potenzial erneuerbarer Energien für den Kanton Zürich und für die Schweiz vertieft untersucht (siehe auch Artikel «Potenzial erneuerbare Energie» auf Seite 5). Insbesondere interessiert hier, welchen Anteil die erneuerbaren Energien am künftigen Elektrizitätsbedarf decken können: Die Wasserkraft wird bereits weitgehend genutzt. Ein Weiterausbau ist wegen fehlenden geeigneten Standorten und wegen der Bestimmungen über die Restwassermengen kaum möglich. In den Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) wird die Möglichkeit der Stromproduktion heute ebenfalls schon verbreitet ausgeschöpft.

Ein ansehnliches noch nutzbares Potenzial wird dagegen für Geothermiekraftwerke angenommen. Diese Technik wird bisher nur in Ländern mit günstigen geologischen Voraussetzungen angewendet. Im Rahmen des Deep Heat Mining Projektes in Basel wird bis 2008 eine Pilot-Anlage mit drei MW elektrischer und 20 MW thermischer Leistung gebaut. Um die Leistung der nach 2020 wegfallenden Kernkraftwerke (Beznau I und II, Mühleberg) decken zu können, wären rund 360 solcher Anlagen nötig.

Weitere Energien wie beispielsweise Sonne und Wind werden in absehbarer Zeit auf Grund der in der Schweiz eher ungünstigen geografischen Gegebenheiten nur sehr begrenzt an die Stromversorgung beitragen können. Zudem sind diese Energien nicht dauernd verfügbar, weshalb zur Absicherung des Leistungsbedarfs zusätzliche Reservekraftwerke benötigt werden.

Schweizer Stromverbrauch 2005 höher – Stromerzeugung tiefer

Der Elektrizitätsverbrauch der Schweiz (Landesverbrauch inkl. Übertragungs- und Verteilverluste) ist im Jahr 2005 um 2,1 Prozent gestiegen und erreichte mit 61,6 Terawattstunden (TWh; 1 TWh = 1000 GWh = 1 Milliarde kWh) wiederum einen neuen Höchstwert.

Die einheimischen Kraftwerke erzeugten 57,9 TWh und damit 8,8 Prozent weniger Strom als im Vorjahr. Erstmals seit der Publikation der schweizerischen Elektrizitätsbilanz im Jahre 1910 resultierte im Jahr 2005 ein Importüberschuss.

Auf nationaler Ebene wird im Rahmen des in Behandlung stehenden Stromversorgungsgesetzes die Förderung der erneuerbaren Energien diskutiert. Vorgesehen ist, dass der Anteil der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2030 auf 77 Prozent zu erhöhen ist. Zu diesem Zweck könnten kostendeckende Einspeisevergütungen für die Nutzung von Sonnenenergie, Geothermie, Windenergie oder Biomasse eingeführt werden.

Stromversorgungslücke durch neue Grosskraftwerke oder Import decken?

Gemäss den Referenzszenarien der Vision 2050 entsteht über das ganze Jahr betrachtet bereits nach 2020 eine Selbstversorgungslücke, die nicht durch einheimische erneuerbare Energien gedeckt werden kann. Im energieintensiven Winterhalbjahr wird diese Lücke bereits früher eintreten. In den Zielszenarien der Vision 2050 kann der Strombedarf nach der Betriebseinstellung der ersten Kernkraftwerke bis 2035 noch knapp gedeckt werden. Die Einbusse der zwischen 2035 und 2050 wegfallenden Kernkraftwerke (Leibstadt und Gösigen) kann dann auch in den beiden Zielszenarien – ohne den Zubau neuer Grosskraftwerke – nicht mehr mit inländischer Produktion ausgeglichen werden.

Auch in Europa zeichnet sich für die kommenden Jahre eine Verknappung der Kraftwerkskapazitäten ab. Die EU-Staaten müssen ebenfalls klimapolitische Anstrengungen unternehmen und den CO₂-Ausstoss senken. Daher dürfte es schwierig sein, genügend preiswerten, ökologisch verträglich produzierten Strom aus dem Ausland zu beziehen. Um den heutigen Selbstversorgungsgrad bei der Stromversorgung weiterhin sicher zu stellen, wird bereits heute auch der Bau fossiler Kraftwerke in der Schweiz erwogen. Diese haben verglichen mit dem heutigen Kraftwerkspark konkurrenzfähige Stromgestehungskosten, die jedoch überproportional abhängig von der Preisentwicklung der fossilen Energien sind. Überdies sind fossile Kraftwerke hinsichtlich der CO₂-Ziele von Bedeutung. Würde die nach 2020 wegfallende Elektrizitätsproduktion aus Kernkraftwerken (8700 GWh) neu mit Gas-Kombikraftwerken produziert werden, so würden dadurch pro Jahr zusätzlich rund 1,75 Mio. Tonnen CO₂ ausgestossen (rund vier Prozent des heutigen inländischen CO₂-Ausstosses).

Fazit: Alle Optionen offen halten

Die Prognosen zeigen, dass der Elektrizitätsbedarf auch in den kommenden Jahren leicht steigen oder wenigstens kon-

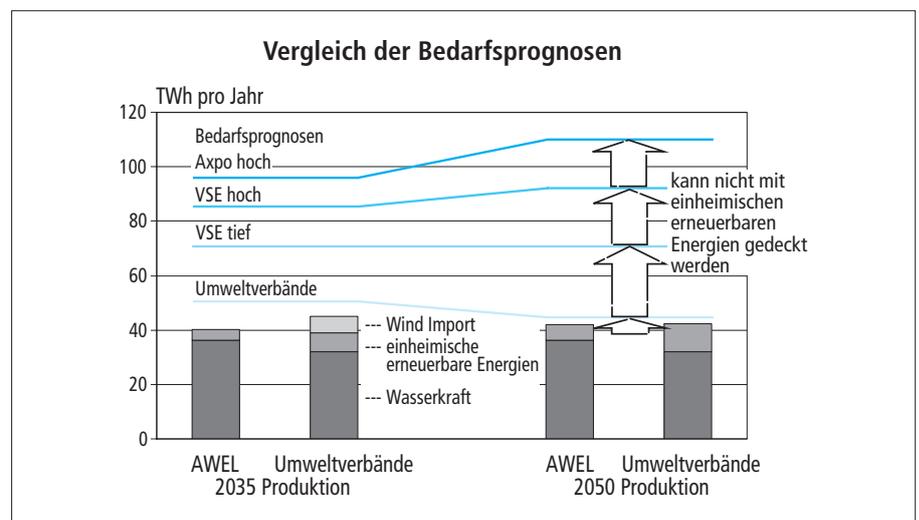
Gestiegener Stromverbrauch in Schweizer Haushalten

Eine Anfang 2006 durch den Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) veröffentlichte Studie zeigt, dass der Stromverbrauch in Haushalten seit 1991 trotz wesentlich effizienteren Geräten um rund 26 Prozent zugenommen hat. Zum einen hat sich die Anzahl der Geräte beträchtlich erhöht (z. B. Verdoppelung bei Geschirrspülern und Wäschetrocknern), und zum anderen gleichen die gestiegenen Komfortansprüche den Effizienzgewinn wieder aus (z. B. Trend zu grösseren Kühlschränken).

Siehe im Internet unter www.strom.ch → Politik und Medien → Medienmitteilungen → «Bessere Geräte und trotzdem mehr Stromverbrauch».

stant bleiben wird. Die erwarteten beträchtlichen Effizienzgewinne im Strombereich werden durch den Zuwachs der Elektrizitätsanwendungen und den Ersatz fossiler Energien kompensiert werden.

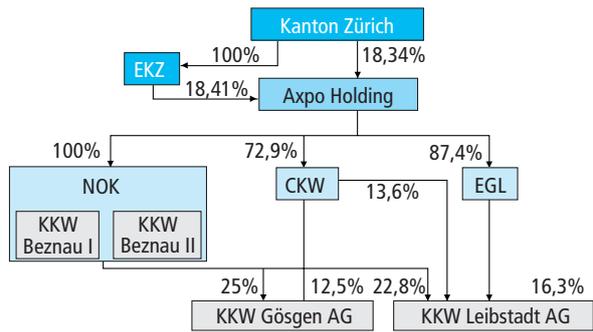
Um die sich abzeichnende Selbstversorgungslücke möglichst klein zu halten bzw. um einen möglichst hohen Anteil mit erneuerbaren Energien abzudecken, müssen Energieeffizienz und erneuerbare Energien verstärkt unterstützt werden. Die nach der Stilllegung der drei Kernkraftwerke um 2020 ent-



Ausgewählte Bedarfsprognosen für die Jahre 2035 und 2050 zeigen auf, dass der Deckungsbeitrag der erneuerbaren Energien aus Sicht der Vision 2050 (AWEL) und der Best-Geräte-Strategie der Umweltverbände sehr unterschiedlich gesehen wird.

Quelle: AWEL

Beteiligungen des Kantons Zürich an Kernkraftwerken



Über das EKZ und die Axpo Holding ist der Kanton Zürich an den Schweizer Kernkraftwerken (KKW) beteiligt. Quelle AWEL

stehende Minderproduktion kann durch die einheimischen erneuerbaren Energien alleine nicht ausgeglichen werden. Der Import erneuerbarer Energien ab 2020 ist mit dem heutigen Transitnetz nur beschränkt möglich. Nach heutigem Erkenntnisstand gibt es keine realistischen Szenarien für eine inländische, ökologisch nachhaltige Stromproduktion, mit der die nach 2020 wegfallenden Kernkraftwerke kompensiert werden könnten. Eine

ökologisch nachhaltige Stromversorgung wird nur sehr langfristig und kaum ohne Stromimporte über neue Übertragungsleitungen erreichbar sein. Auf Grund der erwarteten Nachfrage sowie unsicherer Preisentwicklung und Verfügbarkeiten ist es zweckmässig, neben verstärkten Anstrengungen in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien auch alle heute bekannten Optionen zur Stromproduktion offen zu halten.

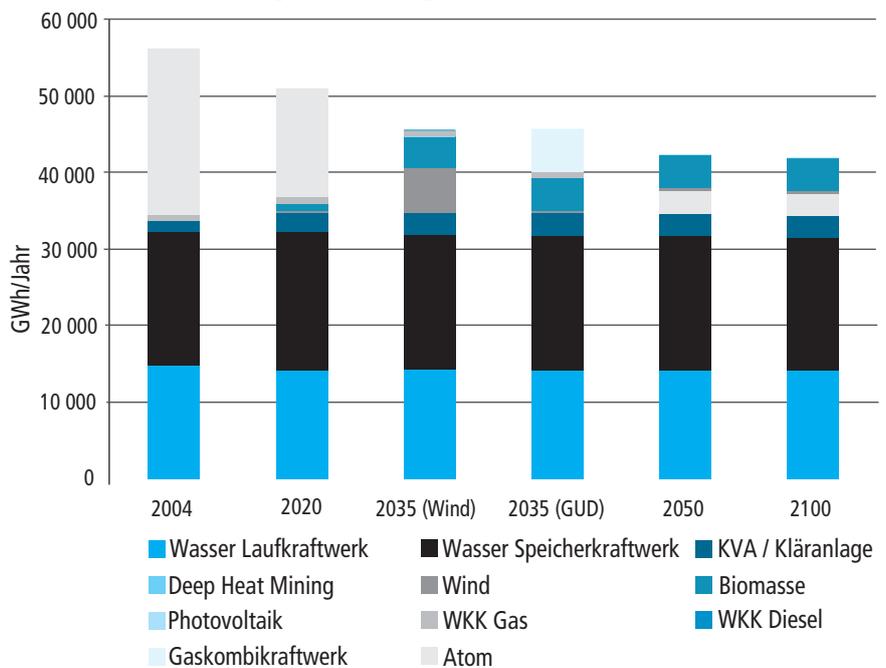
Beteiligungen des Kantons Zürich an Kernkraftwerken

In der Nordostschweiz sind die Axpo Holding AG (Axpo) und deren Tochtergesellschaft Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK) für die Stromerzeugung und -beschaffung verantwortlich. Dies ist im NOK-Gründungsvertrag vom 22. April 1914 so geregelt. Die Axpo ist zu 36,75 Prozent im Eigentum des Kantons Zürich, davon 18,41 Prozent indirekt über die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ). Der Axpo gehören seit 2002 auch mehrheitlich die Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg AG (EGL) und die Centralschweizerischen Kraftwerke AG (CKW). Neben den vielen Beteiligungen an Wasserkraftanlagen in der ganzen Schweiz ist die Axpo über ihre Konzerngesellschaften Besitzerin der Kernkraftwerke Beznau I und II. Sie hat zudem eine Mehrheitsbeteiligung am Kernkraftwerk Leibstadt sowie eine Minderheitsbeteiligung am Kernkraftwerk Gösigen. *Siehe Grafik oben und im Internet unter www.axpo.ch.*

Best-Geräte-Strategie der Umweltverbände

Greenpeace Schweiz, die Schweizerische Energienstiftung, der Verkehrs-Club der Schweiz und WWF Schweiz haben eine Studie in Auftrag gegeben, in der ihre Zielperspektive wie folgt definiert wird: «Die Zielperspektive bildet keine realistische Entwicklung ab. Sie zeigt einzig auf, was unter gewissen Annahmen – bei entsprechendem politischen Willen zur Zielsetzung und Zielerreichung – technologisch möglich wäre. Damit diese Zielperspektive auch nur annähernd eintritt, müssen entsprechende stringente politische Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche die reale Entwicklung rigoros auf dem Zielpfad halten. Zweck der Zielperspektive ist es, die politischen Handlungsbereiche zu identifizieren, die für die Zielerreichung entscheidend sind. Es geht um die Prioritäten im politischen Prozess von Heute.» www.energiestiftung.ch → 2000 Watt-Gesellschaft/Energieperspektiven-Studie der Umweltorganisationen (Langfassung).

Bestgeräte-Strategie der Umweltverbände



Die Strategie der Umweltverbände sieht vor, den Strom-Mix auf eine Bereitstellung durch erneuerbare Energien auszurichten. Dafür muss aber auch das Verbrauchsniveau sinken, indem nur noch die bestmöglichen (effizientesten) Geräte eingesetzt werden.

Quelle: ellipson